

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高温時の形状が記憶された線状の形状記憶合金からなる複数の作動部と、これら作動部の各相互間に配置され、通電方向に応じて発熱又は吸熱する複数の熱電変換素子と、これら熱電変換素子と前記作動部を保持し、中央部に空洞を有する筒状の保持体とを具備することを特徴とする筒状運動素子。

【請求項2】 リング状の第1の保持体と、この第1の保持体より径が小さいリング状の第2の保持体が同心状に配置された第1のアクチュエータ部と、前記第1のアクチュエータ部の軸上に配置され、リング状の第3の保持体と、この第3の保持体より径が小さいリング状の第4の保持体が同心状に配置された第2のアクチュエータ部とを有し、前記第1のアクチュエータ部は前記第1、第2の保持体の相互間に保持され、高温時に軸と直交方向に変形する形状が記憶された線状の形状記憶合金からなる複数の第1の作動部と、これら第1の作動部の各相互間に配置され、通電方向に応じて発熱又は吸熱する複数の第1の熱電変換素子とを有し、

前記第2のアクチュエータ部は前記第3、第4の保持体の相互間に保持され、高温時に軸の接線方向に変形する形状が記憶された線状の形状記憶合金からなる複数の第2の作動部と、これら第2の作動部の各相互間に配置され、通電方向に応じて発熱又は吸熱する複数の第2の熱電変換素子とを具備することを特徴とする筒状運動素子。

【請求項3】 前記第1、第2のアクチュエータ部はカテーテルに配置されることを特徴とする請求項2記載の筒状運動素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば内視鏡やカテーテル等に適用される形状記憶合金と熱電変換素子を用いた筒状運動素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、従来のカテーテルは、操作者の意図に応じた方向に変形するような能動性を有していない。このため、屈曲した人体内の管腔臓器、例えば尿道や尿管等にカテーテルを挿入する際に対象臓器を損傷させる危険性があった。

【0003】 また、複数の細いワイヤーを用いて先端部を屈曲させる構造のカテーテルも開発されている。しかし、このようなカテーテルは屈曲する部位が固定されており、さらにカテーテル内に処置具を挿入した場合に屈曲状態を保持するだけの有効なトルクを有していないなどの問題点があった。しかも、現状のカテーテルはワイヤーを用いてカテーテルの先端部をカテーテルの長軸と

直交方向へ屈曲させる場合は特に問題はないが、先端部を長軸の周囲方向に回転させる場合は、手元でカテーテル全体を回転しなければならない。その際、カテーテルの途中の部分が内蔵組織に接しているため、摩擦などによりスムーズな回転動作を行うことが困難であり、しかも、内蔵組織を損傷する虞を有している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 一方、マイクロマシンの技術を用いた能動カテーテルが開発されている。この能動カテーテルは形状記憶合金をヒータと組合せたものである。

【0005】 しかし、マイクロマシンの技術を用いた能動カテーテルは形状記憶合金をヒータにより電気的に加熱しているため、消費電力が大きくかつ变形力が小さい。しかも、ジュール熱の発生が大きいため、生体に与える負担が大きいという問題を有している。また、この方式の場合、形状記憶合金の冷却は自然放冷であるため、形状記憶合金の応答速度が遅く、操作性が劣るという問題を有している。

【0006】 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、所要の方向に屈曲又は回転させることができあり、しかも、応答速度が速い筒状運動素子を提供しようとするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の筒状運動素子は、上記課題を解決するため、高温時の形状が記憶された線状の形状記憶合金からなる複数の作動部と、これら作動部の各相互間に配置され、通電方向に応じて発熱又は吸熱する複数の熱電変換素子と、これら熱電変換素子と前記作動部を保持し、中央部に空洞を有する筒状の保持体とを具備している。

【0008】 また、本発明の筒状運動素子は、リング状の第1の保持体と、この第1の保持体より径が小さいリング状の第2の保持体が同心状に配置された第1のアクチュエータ部と、前記第1のアクチュエータ部の軸上に配置され、リング状の第3の保持体と、この第3の保持体より径が小さいリング状の第4の保持体が同心状に配置された第2のアクチュエータ部とを有し、前記第1のアクチュエータ部は前記第1、第2の保持体の相互間に保持され、高温時に軸と直交方向に変形する形状が記憶された線状の形状記憶合金からなる複数の第1の作動部と、これら第1の作動部の各相互間に配置され、通電方向に応じて発熱又は吸熱する複数の第1の熱電変換素子とを有し、前記第2のアクチュエータ部は前記第3、第4の保持体の相互間に保持され、高温時に軸の接線方向に変形する形状が記憶された線状の形状記憶合金からなる複数の第2の作動部と、これら第2の作動部の各相互間に配置され、通電方向に応じて発熱又は吸熱する複数の第2の熱電変換素子とを具備している。

【0009】前記第1、第2のアクチュエータ部はカーテルに配置されている。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0011】図1、図2は本発明の第1の実施例を示すものであり、細線状の形状記憶合金と熱電変換素子としてのペルチェ素子を用いて筒状運動素子を構成した例を示している。この筒状運動素子は、電流の供給方向及び電流量に応じて、所要の方向に曲げたり回転させることができるとされている。

【0012】図1、図2に示す筒状運動素子11は軸方向先端部に第1のアクチュエータ部12が設けられ、この第1のアクチュエータ部12の基部に第2のアクチュエータ部13が配置されている。これら第1、第2のアクチュエータ部12、13の相互間にはスペーサ14が設けられている。第1のアクチュエータ部12は後述するように、軸と直交方向に屈曲するように構成され、第2のアクチュエータ部13は後述するように、軸の周囲方向に回転可能に構成されている。

【0013】上記第1のアクチュエータ部12において、スペーサ14の上面には例えば4本の細線状の形状記憶合金からなる作動部15、16、17、18の一端部が固定されている。これら作動部15～18は、高温時の変形方向がそれぞれ図2(b)に矢印で示すように、作動部15～18の中心方向となるように記憶され、低温時には弾性率が減少し曲げ易くなるように設定されている。これら作動部15～18を構成する形状記憶合金としては、例えばTiNi、Cu-Zn-A1、Cu-A1-Niを適用することが可能であるが、材質はこれらに限定されるものではない。

【0014】これら作動部15～18には、複数の熱電変換素子としての例えはP型ペルチェ素子を含む第1のペルチェ素子ユニットPU1と、複数のN型ペルチェ素子を含む第2のペルチェ素子ユニットPU2とが軸方向に所定間隔離間して交互に設けられている。

【0015】図2(a)は第1のペルチェ素子ユニットPU1を示している。第1のペルチェ素子ユニットPU1は熱伝導率の良好な複数の金属片19、20、21、22を有している。作動部15は金属片19に貫通され、作動部16は金属片20に貫通され、作動部17は金属片21に貫通され、作動部18は22に貫通されている。金属片19、20、21、22の作動部15～18が貫通される貫通孔は作動部15～18の径より若干大きくなれ、作動部15～18が移動可能とされている。これら貫通孔と作動部15～18との間の隙間には熱伝導を良好とするため、例えば図示せぬ熱伝導グリスが塗布されている。

【0016】前記金属片19、20、21、22の相互間にはP型ペルチェ素子231、232、233、23

4が設けられている。各P型ペルチェ素子231、232、233、234の両端部には電極25がそれぞれ配置され、これら各電極25と各金属片19、20、21、22の相互間にはそれぞれ絶縁フィルム26が配置されている。

【0017】前記金属片19、20、21、22、P型ペルチェ素子231、232、233、234、金属電極25、絶縁フィルム26等は、第1のプラスチックリング27、第2のプラスチックリング28により固定される。第1のプラスチックリング27は例えば熱収縮性のプラスチックが用いられる。第1のプラスチックリング27と各ペルチェ素子の相互間にはスペーサ29が配置されている。

【0018】一方、前記第2のペルチェ素子ユニットPU2も第1のペルチェ素子ユニットPU1とほぼ同様の構成とされており、第1のペルチェ素子ユニットPU1におけるP型ペルチェ素子がN型ペルチェ素子に置き換えられている点が相違している。

【0019】前記複数の金属電極25は、前記第1、第2のペルチェ素子ユニットPU1、PU2が図1に示すように、作動部15～18に配置された状態において、軸方向の同一位置に配置されたP型ペルチェ素子とN型ペルチェ素子の発熱位置と吸熱位置が同一方向となるように、P型ペルチェ素子とN型ペルチェ素子とをジグザグに直列接続する。図1はP型ペルチェ素子233とN型ペルチェ素子243とを含む列を示しているが、P型ペルチェ素子231を含む列、P型ペルチェ素子232を含む列、及びP型ペルチェ素子234を含む列も同様の構成とされている。このように直列接続された複数のペルチェ素子からなる列を以下、ペルチェ素子列と呼ぶ。

【0020】また、図1に示すように、前記絶縁フィルム26は軸方向に連続して設けられている。これら絶縁フィルム26は熱伝導率が高く、フレキシブルな材質であればよい。このように、各ペルチェ素子と作動部15～18とは絶縁フィルム26により電気的に絶縁され、熱的に接続されている。

【0021】また、図1に示すように、例えは第2のペルチェ素子ユニットPU2の金属片22には温度検出素子としての例えは熱電対30が設けられている。この熱電対30の配線31は各金属片19、20、21、22の軸方向同一位置に設けられた複数の凹部32に配置されている。熱電対の数及び配設位置は任意である。さらに、図1に示すように、前記作動部15～18の他端部には、例えはプラスチック製のスペーサ33を介して、例えはリング状のコモン電極34が設けられている。このコモン電極34は前記第2のプラスチックリング28とほぼ同等の径の透孔(図示せず)を有し、各ペルチェ素子列の終端に位置する電極25に接続されている。

【0022】一方、第2のアクチュエータ部13は、第1のアクチュエータ部12とほぼ同様の構成であり、第1のアクチュエータ部12を軸周りに45度回転した構成となっている。第2のアクチュエータ部13において、第1のアクチュエータ部12と異なるのは作動部35～38を構成する形状記憶合金の記憶方向である。この場合、これら作動部35～38は高温時において図2(b)に示すように、軸の接線方向に変形するように記憶され、低温時において弾性率が減少し曲げ易くなるように設定されている。

【0023】また、第2のアクチュエータ部13を構成する金属片の凹部32には、第1のアクチュエータ部12の金属電極に接続された配線39及び前記熱電対30の配線31が配置されている。その他の構成は第1のアクチュエータ部12と同一構成であるため、同一部分には同一符号を付し説明は省略する。

【0024】上記構成の筒状運動素子11を能動カテーテルに適用する場合、前記第1のプラスチックリング27の外部を例えば図示せぬフレキシブルなチューブにより被覆し、第2のプラスチックリング28の内側を例えば図示せぬフレキシブルなチューブにより被覆するようにもよい。このようにして構成された能動カテーテルは外径が例えば数mm程度であり、内径が1mm以上の空洞部を有する筒状構造物となる。この空洞部に内視鏡や処置具が挿入される。

【0025】図3は、能動カテーテルの一例を示すものであり、カテーテル41の先端に本発明の筒状運動素子11が一体的に設けられている。このような構成によれば、筒状運動素子11を所要の方向に変形させることにより、カテーテルを生体の所要の部位に挿入することができる。この例において、筒状運動素子11の第1のアクチュエータ部12と第2のアクチュエータ部13は連続して配置されているが、必ずしもその必要はなく、第1のアクチュエータ部12と第2のアクチュエータ部13とを離して配置してもよい。

【0026】図4は、上記筒状運動素子11の制御装置を示している。制御部51は制御装置全体の動作を制御するものであり、例えばパーソナルコンピュータにより構成されている。この制御部51には操作部52が接続されている。この操作部52は例えばジョイスティックやキーボードにより構成され、制御部51に例えば筒状運動素子11の運動方向、運動量を入力する。制御部51は操作部52から供給された運動方向、運動量に基づいて、筒状運動素子11の運動方向を示す第1の信号及び運動量を示す第2の信号を生成し、素子駆動部53に供給する。素子駆動部53は制御部から供給された第1の信号に基づいて、筒状運動素子11を構成する4列から2つのペルチェ素子列を選択する選択部53aと、第2の信号に基づいて、前記選択部53aにより選択されたペルチェ素子列に供給する電流量を制御する電流制御

部53bにより構成されている。この素子駆動部53には前記筒状運動素子11が接続され、この筒状運動素子11は素子駆動部53から供給される電流により駆動される。また、筒状運動素子11の各所に設けられた熱電対30の出力信号は電流制御部53bに供給され、電流制御部53bは、熱電対30により検出された温度に応じて、筒状運動素子11の作動部15～18、35～38が適正に動作するように電流量を制御する。

【0027】図5は、前記第1のアクチュエータ部12の等価回路を示しており、図1、図2と同一部分には同一符号を付す。前述したように第1のアクチュエータ部12は列方向に複数のP型ペルチェ素子とN型ペルチェ素子が交互に配置され、これらペルチェ素子がジグザグに直列接続されている。各ペルチェ素子列P1、P2、P3、P4の最上部の電極はコモン電極34に接続され、最下部の電極はそれぞれ前記素子駆動部53に接続されている。素子駆動部53はこれらペルチェ素子列P1、P2、P3、P4から2列を選択し、これら選択された2つのペルチェ素子列に所定の電流を供給する。

20 尚、第2のアクチュエータ部13も同様の構成とされている。

【0028】図6は、前記素子駆動部53の電流制御部53bとペルチェ素子列の関係を示している。この電流制御部53bは増幅器61と、この増幅器61の出力端にベースが接続されたNPNトランジスタ62、PNPトランジスタ63とから構成されている。トランジスタ62のコレクタには電源+Vccが供給され、トランジスタ63のコレクタには電源-Vccが供給されている。これらトランジスタ62、63のエミッタは例えば前記ペルチェ素子列P1に接続されている。

【0029】この回路は、増幅器61に正の電圧が供給された場合、トランジスタ63に多く電流が流れ、増幅器61に負の電圧が供給された場合、トランジスタ62に多く電流が流れ。このためペルチェ素子列に流れる電流の方向、及び量を制御できる。

【0030】図6に示す構成は、ペルチェ素子列毎にそれぞれ対応して設けられている。

【0031】上記構成において、筒状運動素子11の動作について説明する。図7(a) (b)は前記第1のアクチュエータ12の動作を示している。図7(a)は第1のアクチュエータ12を構成する作動部15～18を1本ずつ駆動する場合を示し、図7(b)は第1のアクチュエータ12を構成する作動部15～18を2本ずつ駆動する場合を示している。

【0032】図8(a) (b) (c) (d)は作動部15～18を1本ずつ駆動する場合の具体例を示している。この場合、駆動する作動部の両側に位置する2つのペルチェ素子列を選択し、これら選択されたペルチェ素子列の駆動する作動部側が高温となるように、2つのペルチェ素子列に対する電流の向きを定める。例えば図8

(a) に示すように、作動部15を駆動する場合、ペルチェ素子列P1とP2を選択し、これらペルチェ素子列P1とP2の作動部15側が高温となるように、これらペルチェ素子列P1とP2に電流を供給する。

【0033】すなわち、この場合、ペルチェ素子列P1に供給された電流はコモン電極34を介してペルチェ素子列P2に供給される。この結果、ペルチェ素子列P1、P2の作動部15側が高温(図8にHで示す)となり、作動部15と反対側が低温(図8にCで示す)となる。この高温部と低温部の位置は、P型ペルチェ素子もN型ペルチェ素子の同様である。このようにペルチェ素子列P1とP2を電流駆動することにより、作動部15を図示矢印方向に駆動することができ、第1のアクチュエータ部を同様に図示矢印方向に駆動することができる。

【0034】他の作動部も図8(b)(c)(d)に示すように電流の向きを設定することにより、図示矢印方向に駆動することができる。

【0035】図9(a)(b)(c)(d)は作動部15～18を2本ずつ駆動する場合の具体例を示している。この場合、駆動する作動部に隣接する2つのペルチェ素子列を選択し、これら選択されたペルチェ素子列の駆動する作動部側が高温となるように、2つのペルチェ素子列に対する電流の向きを定める。例えば図9(a)に示すように、作動部15、16を駆動する場合、ペルチェ素子列P2とP4を選択し、これらペルチェ素子列P2とP4の作動部15、16側が高温となるように、これらペルチェ素子列P2とP4に電流を供給する。

【0036】すなわち、この場合、ペルチェ素子列P4に供給された電流はコモン電極34を介してペルチェ素子列P2に供給される。この結果、ペルチェ素子列P2、P4の作動部15、16側が高温(図9にHで示す)となり、作動部15、16と反対側が低温(図9にCで示す)となる。このようにペルチェ素子列P2とP4を電流駆動することにより、作動部15、16を図示細い矢印方向に駆動することができ、第1のアクチュエータ部をこれら作動部15、16が発生する力の合力方向(図示太い矢印方向)に駆動することができる。

【0037】他の作動部も図9(b)(c)(d)に示すように電流の向きを設定することにより、図示矢印方向に駆動することができる。

【0038】図7(c)(d)は前記第2のアクチュエータ13の動作を示している。図7(d)は図7(c)に示す状態より第2のアクチュエータ13を駆動した状態を示している。

【0039】第2のアクチュエータ13を駆動する場合も第1のアクチュエータ12を駆動する場合と同様に、2つのペルチェ素子列を選択し、これらに供給する電流の方向を設定することにより、第2のアクチュエータ13を回動させる。

【0040】図10(a)は作動部35～38を2本ずつ駆動する場合の具体例を示している。この場合、駆動する作動部に隣接する2つのペルチェ素子列を選択し、これら選択されたペルチェ素子列の駆動する作動部側が高温となるように、2つのペルチェ素子列に対する電流の向きを定める。例えば図9(a)に示すように、第2のアクチュエータ13を時計方向に回動する場合、例えば作動部35、38を駆動する。この場合、例えばペルチェ素子列P1とP4を選択し、これらペルチェ素子列P1とP4の作動部35、38側が高温となるように、これらペルチェ素子列P1とP4に電流を供給する。

【0041】すなわち、この場合、ペルチェ素子列P1に供給された電流はコモン電極34を介してペルチェ素子列P4に供給される。この結果、ペルチェ素子列P1、P4の作動部35、38側が高温(図10にHで示す)となり、作動部15、16と反対側が低温(図10にCで示す)となる。このようにペルチェ素子列P1とP4を電流駆動することにより、作動部35、38を図示矢印方向に駆動することができ、第2のアクチュエータ部を時計回り方向に駆動することができる。

【0042】また、第2のアクチュエータ部を反時計回り方向に駆動する場合は、図10(b)に示すように、例えばペルチェ素子列P3、P4を選択し、これらペルチェ素子列P3、P4により作動部36、37を駆動すればよい。

【0043】また、図8乃至図10において、電流の向きを逆とすることにより、ペルチェ素子の高温部と低温部の位置関係を逆とすることができます、作動部を元の直線状態に復帰することができる。さらに、電流量を制御することにより、作動部の屈曲量、回動量を任意に制御できる。

【0044】上記第1の実施例によれば、所定の熱変形状態を記憶した形状記憶合金により構成された作動部15～18、35～38の近傍に複数のペルチェ素子列P1～P4を配置し、これらペルチェ素子列P1～P4を選択的に動作して作動部15～18、35～38を駆動している。ペルチェ素子は電流供給に応じて高速に温度変化するため、作動部15～18、35～38の応答速度を速くすることができる。しかも、作動部15～18、35～38、ペルチェ素子列P1～P4を筒状に配置しているため、空洞部に処置具等を挿入することができる。

【0045】また、従来のヒータを用いた加熱の場合、大きなジュール熱を発生する問題を有しているが、ペルチェ素子の場合、発熱量が少ないため、生体組織に与える熱の影響を抑えることが可能である。

【0046】さらに、第1の実施例の場合、軸と直交方向に動作可能な第1のアクチュエータ部12と、軸回りに回動可能な第2のアクチュエータ部13を有しているため、これら第1、第2のアクチュエータ部12、13

の動作を組合わせることにより、あらゆる方向に運動させることができる。このため、カテーテルを生体内の所要の部位に容易に到達させることができる。しかも、カテーテル全体を回転することなく、先端部のみを回転することができるため、カテーテルの摩擦による生体組織への影響を防止することができる。

【0047】尚、上記第1の実施例においては、4本の作動部と4つのペルチェ素子列を組合わせてアクチュエータ部を構成したが、これに限定されるものではない。

【0048】図11(a)は、本発明の第2の実施例を示すものであり、3本の形状記憶合金からなる作動部71、72、73と、3つのペルチェ素子列74、75、76を組合わせてアクチュエータ部を構成した場合について示している。このような構成において、作動部71、72、73の記憶方向を適宜設定することにより、第1の実施例における第1のアクチュエータ部、又は第2のアクチュエータ部を構成することができる。したがって、第2の実施例によっても第1の実施例と同様の効果を得ることができる。

【0049】図11(b)は、本発明の第3の実施例を示すものであり、2つのペルチェ素子列81、82と、2本の形状記憶合金からなる作動部83、84とによりアクチュエータ部を構成している。このような構成において、作動部83、84の記憶方向を適宜設定することにより、1方向又は2方向の屈曲動作を実現できる。図12は、本発明の第4の実施例を示している。この実施例は第1のアクチュエータ部12の他の駆動方法を示している。この場合、4つのペルチェ素子列から3つを選択し、これら選択されたペルチェ素子列に供給する電流値を異ならせることにより、第1のアクチュエータ部12を任意の方向に屈曲可能としている。

【0050】すなわち、図12に示すように、例えばペルチェ素子列P1、P2、P3が選択され、これらペルチェ素子列P1、P2、P3により作動部15、17が駆動される。これらペルチェ素子列P1、P2、P3には電流I1、I2、I3が図示する方向に供給され、これら電流I1、I2、I3の関係がI1<I2<I3に設定されている。このため、作動部15はペルチェ素子列P1の発熱量とペルチェ素子列P2の吸熱量との差熱により加熱され、作動部17はペルチェ素子列P2、P3からの発熱量の総和により加熱される。つまり、作動部17のほうが作動部15より高温で加熱されるため、作動部17は作動部15より大きく変形する。したがって、第1のアクチュエータ部12は作動部17、15が発生する力の合力方向に屈曲される。

【0051】上記第4の実施例によれば、ペルチェ素子列に供給する電流値を異ならせることにより、第1のアクチュエータ部12を図8、図9に示す8方向以外の任意の方向に屈曲することができる。このため、高精度の運動を行うことが可能である。

【0052】図13(a) (b)は、本発明の第5の実施例を示すものである。この実施例は第2のアクチュエータ部13の他の例を示している。この実施例において、作動部35～38は高温時の形状をそれぞれ図示矢印で示すように螺旋形状として記憶している。すなわち、作動部35、38は例えば反時計方向、作動部36、37は例えば時計方向に螺旋形状とされている。また、ペルチェ素子列P1、P2、P3、P4は図示のように直列接続されており、4つのペルチェ素子列P1～P4を同時に駆動して2つの作動部を動作させるようにしている。

【0053】上記構成において、図13(a)に示すように、ペルチェ素子列P3、P4、P1、P2の順に電流を流すと、ペルチェ素子列P1、P2により作動部35が加熱され、ペルチェ素子列P3、P4により作動部38が加熱される。このため、作動部35、38が反時計方向に駆動されることにより、第2のアクチュエータ部13が反時計方向に回動される。

【0054】一方、図13(b)に示すように、上記とは逆にペルチェ素子列P2、P1、P4、P3の順に電流を流すと、ペルチェ素子列P1、P4により作動部36が加熱され、ペルチェ素子列P2、P3により作動部37が加熱される。このため、作動部36、37が反時計方向に駆動されることにより、第2のアクチュエータ部13が時計方向に回動される。

【0055】上記第5の実施例によっても、第1の実施例と同様に第2のアクチュエータ部13を回動でき、第1の実施例と同様の効果を得ることができる。しかも、この実施例の場合、螺旋形状を記憶させた作動部35～38を使用しているため、第1の実施例に比べてスムーズに第2のアクチュエータ部13を回動することができる。

【0056】尚、上記実施例では、本発明をカテーテルに適用する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、本発明を内視鏡、気管内送管チューブや腹腔鏡先端部等に適用することも可能である。

【0057】さらに、本発明は医用分野に限定されるものではなく、その他の産業分野に適用することも可能である。

【0058】その他、本発明の要旨を変えない範囲で種々変形実施可能なことは勿論である。

【0059】

【発明の効果】以上、詳述したようにこの発明によれば、所要の方向に屈曲又は回転させることができあり、しかも、応答速度が速い筒状運動素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す一部切除した側面図。

【図2】図2(a)は図1の2a-2a線に沿った断面

11

図、図2 (b) は図1の2 b-2 b線に沿った断面図。
【図3】本発明を用いた能動カテーテルの一例を示す外観図。

【図4】本発明の制御装置を示す構成図。

【図5】図1に示す第1のアクチュエータ部12を示す等価回路図。

【図6】図4に示す制御装置の要部を示す回路図。

【図7】図7 (a) (b) は第1のアクチュエータの動作を示す斜視図、図7 (c) (d) は第2のアクチュエータの動作を示す斜視図。

【図8】図8 (a) (b) (c) (d) は第1のアクチュエータの駆動方法の一例を示す概略図。

【図9】図9 (a) (b) (c) (d) は第1のアクチエータの駆動方法の他の例を示す概略図。

【図10】図10 (a) (b) は第2のアクチュエータの駆動方法を示す概略図

【図11】図11(a)は、本発明の第2の実施例を示す概略図、図11(b)は、本発明の第3の実施例を示す概略図。

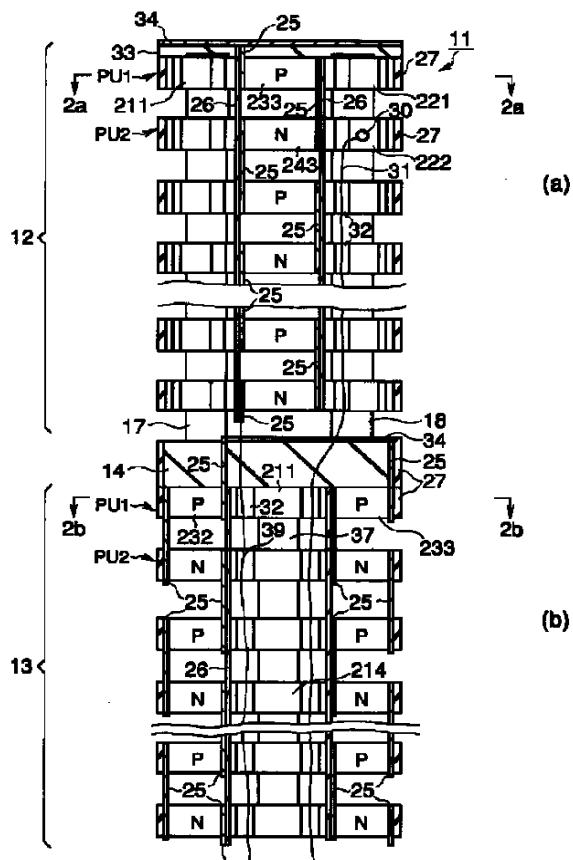
* 【図12】本発明の第4の実施例を示す概略図。

【図13】図13(a) (b) は、本発明の第5の実施例を示す概略図。

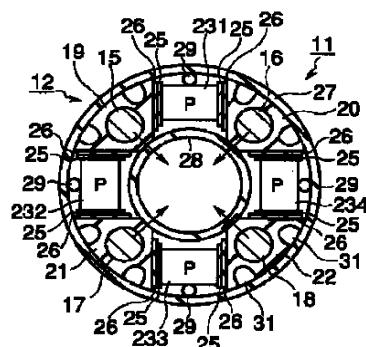
【符号の説明】

1 1 …筒状運動素子、
1 2、1 3 …第1、第2のアクチュエータ部、
1 5～1 8、3 5～3 8、7 1～7 3、8 1、8 2 …形
状記憶合金からなる作動部、
1 9、2 0、2 1、2 2 …金属片、
2 3 1、2 3 2、2 3 3、2 3 4 …P型ペルチェ素子、
2 4 3 …N型ペルチェ素子、
2 5 …金属電極、
2 6 …絶縁フィルム、
2 7、2 8 …第1、第2のプラスチックリング
3 0 …熱電対、
4 1 …能動力テール、
5 1 …制御部、
5 3 …素子駆動部、
P 1、P 2、P 3、P 4 …ペルチェ素子列。

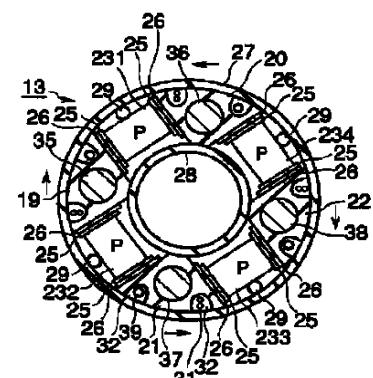
【図 1】



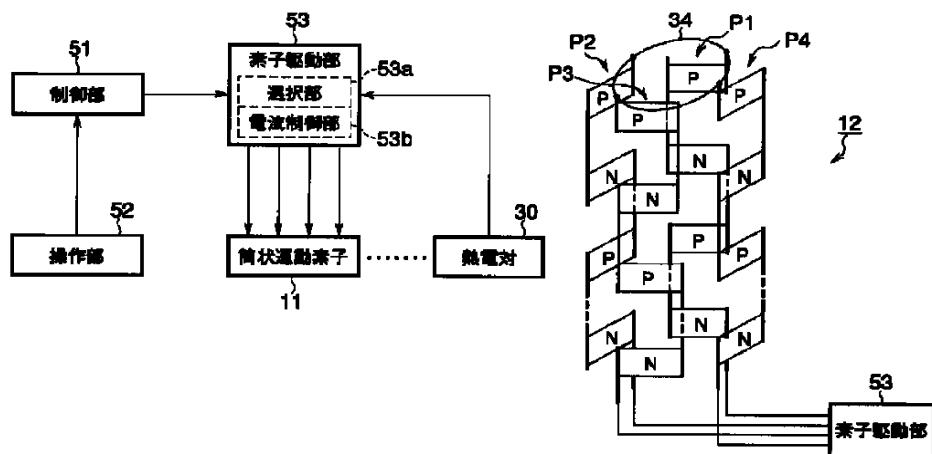
〔四二〕



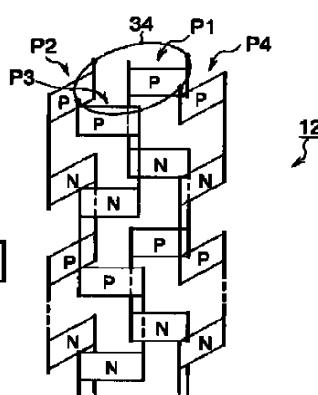
(四三)



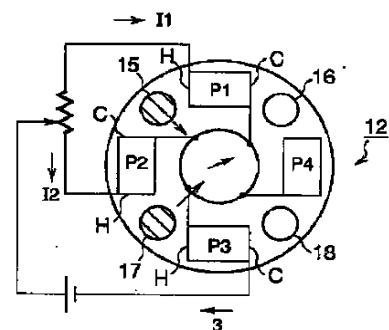
【図4】



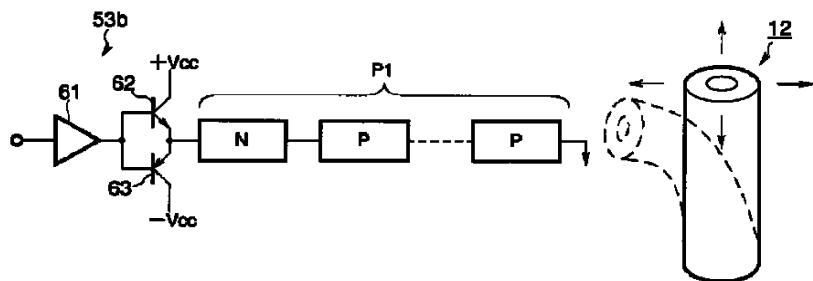
【図5】



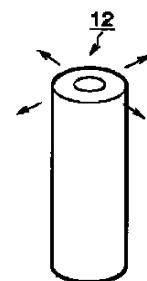
【図12】



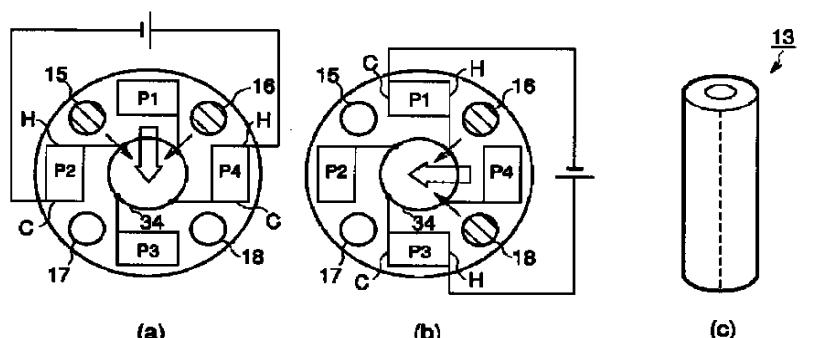
【図6】



【図7】



[図 9]

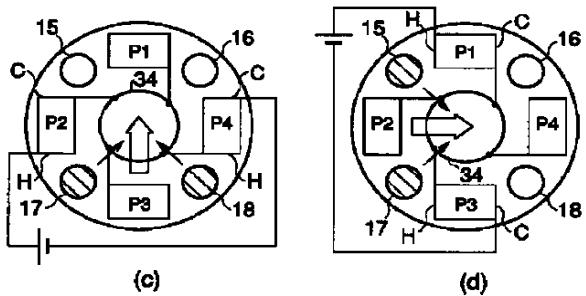


(a)

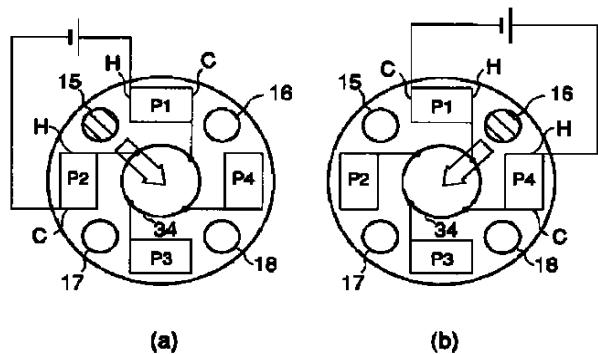
(b)

(c)

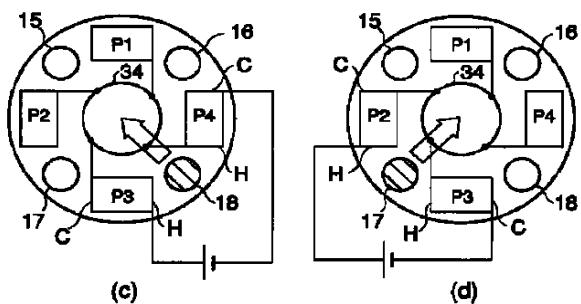
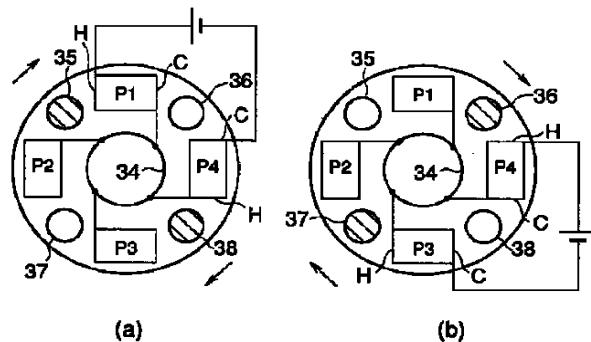
(d)



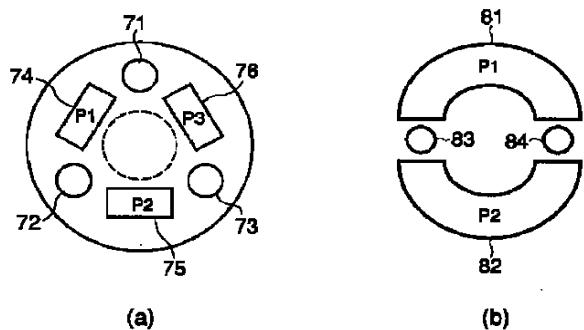
【図8】



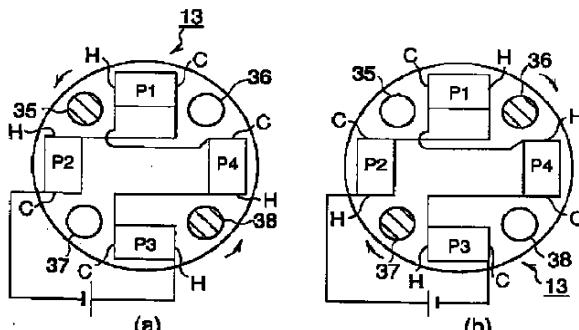
【図10】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 棚橋 善克
宮城県仙台市太白区八木山香澄町10-26

(72)発明者 山田 誠
宮城県仙台市太白区向山2丁目36番4号
東北電子産業株式会社内